

信用利差的预测和投资——

2020 年信用债投资策略



报告日期:

2020 年 2 月 20 日

我们试图对信用利差进行全面的研究,从全市场、行业和个券三个层面分析如何对信用利差进行投资且用数据证明了信用利差的可预测性。

★信用利差的构成和信用利差曲线

信用利差中包含两类重要的溢价,分别是信用风险溢价和流动性风险溢价。信用风险溢价与无风险利率负相关而流动性风险溢价与无风险利率呈正相关。美国信用利差与无风险利率的负相关性比我国明显,主要是因为很长一段时间以来我国整体信用债违约率较低,信用利差绝大部分包含的是流动性溢价。

同等级的信用利差随着期限的增加而增加,呈现一种类似于无风险利率曲线的结构,我们可用 NS 模型对信用利差曲线进行拟合。

★全市场整体信用利差的预测

以信用利差曲线三因子、无风险利率、流动性因子和股市动量作为预测变量我们可以对全市场整体的信用利差未来一年的走势进行有效预测,与随机游走模型相比,样本外 R^2_{Sqaured} 可以达到 74%。基于预测我们判断信用利差在 2020 年整体震荡,走势先升后降。预测结果显示,上一轮信用利差的下行趋势已经结束。

★行业信用利差预测和行业选择

以行业信用利差曲线三因子、无风险利率、流动性因子和对应行业股票动量作为预测变量,我们可以对 11 个规模较大的信用债行业信用利差进行有效预测。通过对预测结果进行比较,我们判断 2020 年信用利差下降最多的行业是汽车和房地产。而 2020 年应该避免的行业是采掘业,预测结果显示采掘业信用利差扩大幅度最高。

★信用利差变化率因子对个券进行选择

通过计算信用利差变化率因子,可以在截面上对个券进行选择获取超额回报。信用利差变化率因子的 Rank_IC 达到 5.69%,且与之前报告中其余 5 个选债因子相关性非常低。

★风险提示

量化模型失效风险。

★致谢

感谢东方证券研究所金融工程首席分析师朱剑涛老师指导。

李晓辉

资深分析师(金融工程)

从业资格号: F3022611

投资咨询号: Z0013904

Tel: 8621-63325888-1585

Email: xiaohui.li@orientfutures.com

联系人:

朱莹

分析师(金融工程)

从业资格号: F3048185

Tel: 8621-63325888-1588

Email: ying.zhu@orientfutures.com

相关报告:《多因子选债和国债期货量化对冲》
-2019.1.3

目录

1、信用利差的概念和组成.....	4
2、可能引起信用利差变化的因素	6
3、信用利差的预测和投资.....	8
3.1 市场整体的信用利差预测.....	8
3.2、对行业信用利差的预测与行业轮动策略.....	11
3.3 个券信用利差的应用和投资.....	14
4、违约风险定量模型	16
4.1. 结构化模型 (Structure Model)	16
4.2 简约模型 (Reduced-form Model)	18
5、总结.....	20
6、风险提示.....	20
参考文献.....	21

图表目录

图表 1: 信用利差的组成	5
图表 2: 美国信用利差与国债收益率	6
图表 3: 中国信用利差与国债收益率	6
图表 4: 不同评级债券信用利差	7
图表 5: 评级利差与国债收益率	7
图表 6: AA-中票不同期限的信用利差	8
图表 7: 信用利差主成分分析三因子权重	9
图表 8: 信用利差 NS 曲线三因子值	9
图表 9: 样本外预测 R-Squared	10
图表 10: 信用利差样本外预测	10
图表 11: 不同行业样本外预测 R-Squared	12
图表 12: 采掘业信用利差预测值与实际值	13
图表 13: 钢铁业信用利差预测值与实际值	13
图表 14: 商业贸易业信用利差预测值与实际值	13
图表 15: 建筑装饰业信用利差预测值与实际值	13
图表 17: 房地产业信用利差预测值与实际值	14
图表 18: 汽车业信用利差变化预测值与实际值	14
图表 21: 汽车和商品房消费	14
图表 22: 官方制造业 PMI	14
图表 23: 因子收益率累积收益曲线-Credit Spread	15
图表 24: Credit Spread 分组超额收益	15
图表 25: 六个因子的 IC 相关系数	15

1、信用利差的概念和组成

信用利差我们一般指的是信用债的 YTM 超过同期限国债 YTM 的部分，信用利差的大小取决于信用风险、流动性风险和税收差异等。信用债在固定收益投资中的地位不言而喻，信用利差的大小以及变化决定了资产组合的回报和净值波动，研究信用利差由哪些因素决定、信用利差在时间序列上如何变化，信用利差在截面上有什么差异、信用利差能否被预测、如何通过研究信用利差形成可行的交易策略等都是我们非常关心的话题，我们希望通过本次研究深入梳理信用利差以解答这些问题。

研究信用利差可以从两个维度上进行，一个是截面上一个是时间序列上。截面上研究不同的个券在截面上信用利差的差异是由哪些因素决定的（不同发行人的杠杆率、盈利情况、企业性质等）。时间序列上需要研究债券信用利差的变动是由哪些因素影响的（宏观经济景气度、无风险利率等）。本报告的研究既包含了时间序列上的研究也包含了截面上的研究，主要着力于信用利差的预测。通过构建信用利差曲线，我们可以对全市场整体的信用利差变化进行预测，对不同行业的信用利差变化进行预测进而对比选择将来投资的行业。通过计算个券的信用利差变化率，可以在截面上进行选债获取超额收益。

为了表述上更加清楚我们明确两个相关的概念，

信用利差 (Credit Spread): 信用债收益率超过同期限国债收益率的部分。

信用风险溢价 (Credit Risk Premium): 债券投资者承担信用违约风险而要求的溢价。

信用利差包含两个方面的溢价，一个是信用风险溢价一个是流动性溢价，虽然二者不是完全独立的，存在一定的相关性，但从性质和影响因素上来说是有差异的，信用风险溢价指的是债券投资者承担了债券违约的风险而获得的溢价，流动性溢价指的债券投资者承担了流动性风险而获得的溢价。理论上来说，影响信用风险溢价的主要是与企业违约相关的因素，比如经济景气程度，既包含宏观经济的景气度也包含所在行业的景气度，比如企业的杠杆率、企业盈利情况、现金流情况和发行人背景等。此外海外一些学术研究表明信用风险溢价与利率、利率曲线的斜率、股市波动率等因素有关。Pedrosa and Roll (1998)研究了不同行业、不同期限的信用利差之后发现信用利差受到利率变动，经济景气度和市场波动率的影响。Collin-Dufresne 等人 (2000) 的研究发现杠杆率、长期限国债利率、期限利差、权益市场波动率、股市收益率和跳跃风险等因素能一定程度上解释信用利差。

流动性溢价与债券的新老程度、发行量、发行人性质和个券的交易场所等因素有关。Houweling, Mentink 和 Vorst, (2003) 年基于 Fama-French 债券两因子模型对于公司债流动性进行了研究，他们运用了八种流动性间接度量指标把债券分为不同的组合进行分组回归，这八种度量指标分别是发行量，票息，是否为上市公司，债券已上市时间，无交易天数，价格波动率，单个债券参与交易者数，价格离散程度。实证结果验证了流动性溢价的存在，通过对不同指标的成对回归，得出最有效的指标是价格波动率和单个债券参与交易者数。Bao, Pan 和 Wang (2011) 发现他们的非流动性度量指标和债券本身的一些性质有关，债券的非流动性随着债券的上市时间增加而增加，评级越低和发行量越少的债券的流动性越差。

除了信用风险和流动性风险以外，信用利差还剩下部分，这一部分“残差”一定程度上能被税收差异解释，但从海外市场看来，还有一部分利差是无法被违约风险、税收和流动性解释的，这也就是“信用利差之谜”（Credit Spread Puzzle）。Collin-Dufresne 等人（2000）的研究发现传统模型中和违约风险相关的因素只能解释信用利差变动的四分之一，在考虑了流动性因素之后仍然有很大一部分无法解释，而这部分残差的相关性非常高，主成分分析的第一主成分能解释 76% 的方差。他们认为除了违约风险和流动性风险以外，还有一个系统性的因素引起了信用利差的变动。Amato（2003）认为信用利差中无法解释的部分来源于违约损失分散的难度。大部分债券的利差远高于债券的平均违约损失，这是因为信用债的回报分布是高度负偏的，即大部分时候获得的收益是较少的，但是会发生偶尔的极端损失。为了分散违约风险需要投资组合高度分散，而这在实务操作中是非常难以实现的，所以信用利差远高于违约损失是这部分无法分散的风险的溢价。Delianedis 和 Geske（1999）研究 1991 年至 1998 年的美国公司债信用利差发现信用利差中只有很小一部分能够被违约风险解释，而主要能够解释信用利差的是回收风险、税收、跳跃风险、流动性风险、市场风险和一部分利率因素。

图表 1：信用利差的组成



资料来源：东证衍生品研究院

大量学者试图对信用债的违约概率进行建模，比较受公认的有两类模型，结构化模型和简约模型。在 BS 模型的基础上，Merton（1974）发展了违约风险结构模型，此后在 Black 和 Cox（1976）、Leland（1994）、Longstaff and Schwartz（1995）、Bryis and de Varenne（1997），和 Collin-Dufresne and Goldstein（2000）等人不断地完善下，违约风险结构化模型得到很大发展。结构化模型将违约时间与公司的结构联系在一起，比如公司的资产价值和债务价值，当公司价值低于某一阈值时会触发违约，这个阈值是公司债务的函数。由于结构化模型将违约和公司的信用质量、经营情况和财务状况联系在一起，所以违约是具有内生性的。但结构化模型在实践中并没有得到非常广泛的应用，主要因为结构化模型的假设与现实情况存在区别，当把假设扩展到更接近现实的时候又会导致模型更加复杂，比较难以估计。

简约化模型和结构化模型最大的区别在于，简约化模型认为违约的发生与企业价值之间的关系并不明显，违约概率是外生变量。由于在数据可得性和计算上更加简单，在实务操作中的应用更广泛。（两类模型的详细介绍参考章节4）

2、可能引起信用利差变化的因素

无风险利率：

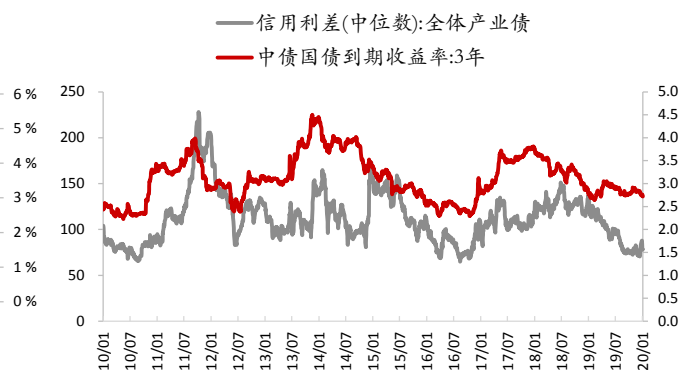
Longstaff and Schwartz (1995)、Duffee (1998)的研究均证明了在美国企业债的信用利差的变动与无风险利率的变动存在负相关性。直观地我们也可看出从美国 BBB 级企业债利差与美国国债利率存在负相关关系，尤其是 2008 年金融危机期间，信用利差飙升而同时国债收益率是显著下降的。一种对于信用利差与无风险利率的负相关的解释是，无风险利率随着经济周期的变动而变动，当经济增长时利率上升，而企业随着经济景气度的提升效益变好，违约风险降低，信用利差里的信用风险溢价减小，反之则上升。

图表 2：美国信用利差与国债收益率



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 3：中国信用利差与国债收益率



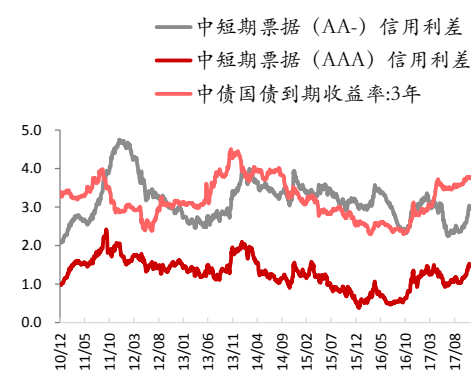
资料来源：Wind，东证衍生品研究院

但在中国信用利差和利率的负相关性并不明显，甚至呈现一定正相关。中国的信用利差与无风险利率之间没有明显负相关性的主要原因是中国信用债违约率整体较低，且很长一段时间并没有信用债违约，最近两年以来违约才逐渐变得常态化。我们知道信用利差里面包含信用风险溢价和流动性溢价，当信用风险溢价占主导成分时，信用利差看上去会与无风险利率呈现负相关。而当流动性溢价占主导时，信用利差整体就会与无风险利率呈现正相关。因为利率下行时为债券牛市，债券市场交投活跃，导致流动性溢价也会偏低，而当在无风险利率上行时债券市场交易比较冷淡，流动性溢价也会更高，所以流动性溢价与无风险利率呈现正相关性。如下图所示，AAA 级中票的信用利差与国债收益率正相关性非常明显，而 AA-级中票的信用利差与国债收益率呈现一定负相关性。

AAA 级信用债可认为是市场上信用资质最好的，在 2019 年以前还未有 AAA 级信用债违约的情况，如果假设 AAA 级信用利差全部代表流动性溢价，用 AA-信用债收益率减 AAA 级信用债收益率获得的评级利差里则可认为大部分包含信用风险溢价。我们观察 AA-与 AAA 级的评级利差会发现，其与无风险利率之间的负相关性从历史上来看非常明显。评级利差可看做 AA-级信用债和 AAA 级信用债相对价格的变动。当评级利差大幅上升时，

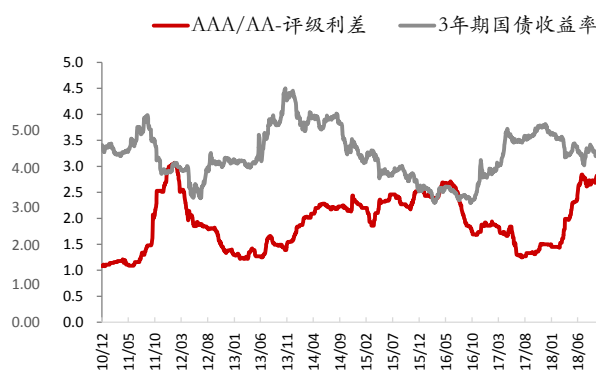
信用下沉可能反而会导致收益不如买高评级信用债。这也是为什么有些时候在无风险利率下行的时候，一些持仓中的信用债收益率反而上升的原因。

图表 4：不同评级债券信用利差



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 5：评级利差与国债收益率



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

利率曲线斜率：

利率曲线的斜率对将来经济的好坏有预测作用，这一点在美国体现得比较明显，一般来说认为利率曲线陡峭时是市场预期将来经济走强，而利率曲线变平甚至倒挂则是经济衰退的象征。如上文所述，信用利差的变化与经济景气度有关，则利率曲线的斜率变动也可能在一定程度预示信用利差的变动。

杠杆率：

在不考虑其他因素变动的情况下，企业的杠杆率越高违约的风险就越大，则杠杆率和信用利差应该是正相关。

经济景气度：

经济景气度的变化对违约概率和违约之后的回收率都有影响，从而引起信用利差的变化。

股市动量和波动率

股票和债券作为二级市场上最重要的两类资产之间有相互影响的作用，股市动量和波动率可以反映股票市场的情绪，有研究证明股市波动率与信用利差之间存在相关性 (Collin-Dufresne 等,2000)

以上这些因素从逻辑上来讲对信用利差是存在影响的，但这种影响可能是同期的，也可能是滞后或者领先的，而从投资的角度来说，我们最关心的是如何找到可以预测信用利差变化的因素。

3、信用利差的预测和投资

3.1 市场整体的信用利差预测

如上文所述，以信用债到期收益率与同期限国债到期收益率之差衡量的信用利差中包含税收差异，为了尽可能纯粹地保留“真实”信用利差的部分，我们以信用债到期收益率与同期限国开债之间的差作为信用利差的代表，后文所有提到的信用利差均以此方法计算。由于高评级信用利差基本上体现的是流动性溢价，所以这里选用 1-5 年 AA-中短期票据的信用利差均值作为市场整体信用利差的代表进行预测和研究。随着期限的增加，信用利差也逐渐上升。不同期限的信用利差也存在和无风险利率类似的期限结构结构，即倾斜向上。随着信用债的期限增加，其违约风险和流动性风险都会增加，从而存在溢价。

图表 6: AA-中票不同期限的信用利差



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

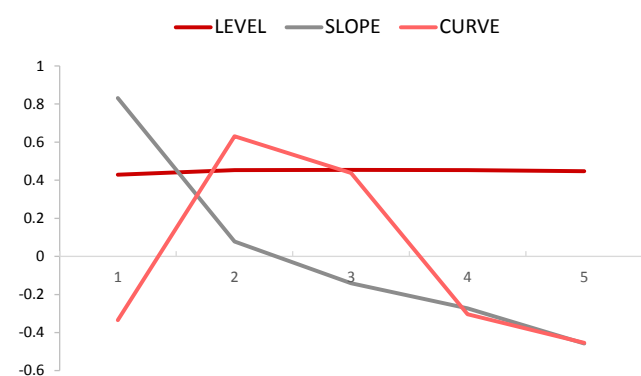
信用利差呈现出与无风险利率类似的期限结构让我们可以与在研究无风险利率曲线时一样对信用利差进行分解，并尝试验证信用利差曲线是否像利率曲线一样隐含了未来信息，可对将来的信用利差进行预测。

预测变量选取 1-5 年的 AA-级信用利差、3 年期国开债到期收益率、10-1 年国开债期限利差、沪深 300 指数的前 252 交易日波动率、沪深 300 指数动量（前 13 个月至前 1 个月的区间涨跌幅（Krishnan, Ritchken and Thomason 2008））和流动性指标（用债券的相对成交量作为流动性因子，计算债券的成交量 20 日均值处于历史成交量的分位数作为当日的流动性指标）。直接选用 1-5 年的信用利差作为预测变量一方面会有共线性问题，另一方面我们也只用了散点的信息，参考研究利率曲线的方法，看是否信用利差曲线也可以用几个因子进行代表。对 1-5 年的信用利差进行主成分分析，结果显示前三个主成分可以解释样本 94%、4%和 1%的方差，且前三个主成分在各个期限上的权重与国债利率曲线类似，即可看做水平、斜率和曲度三个因子。因此我们可以用 NS 模型（Nelson-Siegel）拟合信用利差曲线，获取信用利差曲线的三因子。在 NS 模型中， t 时刻 n 年期的利率可表示为：

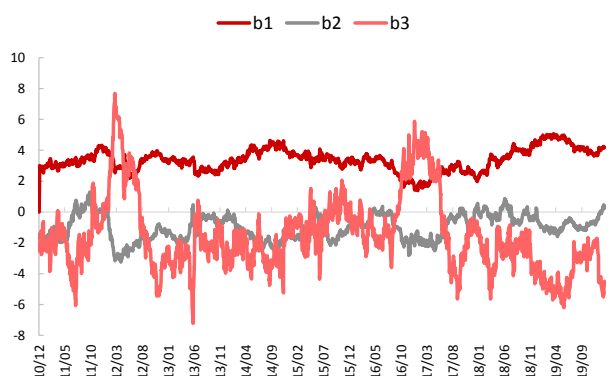
$$y_t^n = \beta_{1t} + \beta_{2t} \left(\frac{1 - e^{-\lambda n}}{\lambda n} \right) + \beta_{3t} \left(\frac{1 - e^{-\lambda n}}{\lambda n} - e^{-\lambda n} \right)$$

三个 β 代表了利率曲线的三因子，水平、斜率和曲度。 β_{1t} 的系数为1，是一个常数，不随着期限的变化而变化，所以代表的是水平因子。 β_{2t} 的系数随着期限的增加而从1变为0，所以代表了曲线的斜率。 β_{3t} 的系数随着期限的增加而从0开始上升又逐渐降为0，所以代表曲线的曲度。这里我们将 λ 取0.9使得 β_{3t} 的系数在2年最大。将上式左边国债收益率换成信用利差，对模型进行拟合我们可以得到三个因子，以此来作为信用利差曲线的代表。

图表7：信用利差主成分分析三因子权重



图表8：信用利差NS曲线三因子值



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

我们构建如下的预测回归方程，

$$\bar{C}_{t+m} = \alpha + \eta_1 \beta_{1t} + \eta_2 \beta_{2t} + \eta_3 \beta_{3t} + \eta_4 y_t^{(3)} + \eta_5 Slope_t + \eta_6 Vol_t + \eta_7 Mom_t + \eta_8 Liq_t$$

m 代表向前预测的长度，这里我们分别考察半年和1年。数据从2011年1月至2020年1月。我们主要关心的是对信用利差的样本外预测作用，以样本外 R-squared 作为样本外预测效果好坏的检验标准。信用利差自相关系数高达 99%以上，非常接近随机游走。我们将模型样本外预测结果和信用利差随机游走模型（用最新值作为未来值的预测值）进行对比。样本外 R_squared 得计算方式如下：

$$OOS = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - y_t)^2}{\sum_{t=1}^T (y_{t-m} - y_t)^2}$$

\hat{y}_t 是预测值, y_t 为实际值, y_{t-m} 为做预测时的最新值。初始样本长度为四年, 不断滚动往前进行预测, 样本长度随之扩大。从样本外预测的结果我们发现以下几个要点:

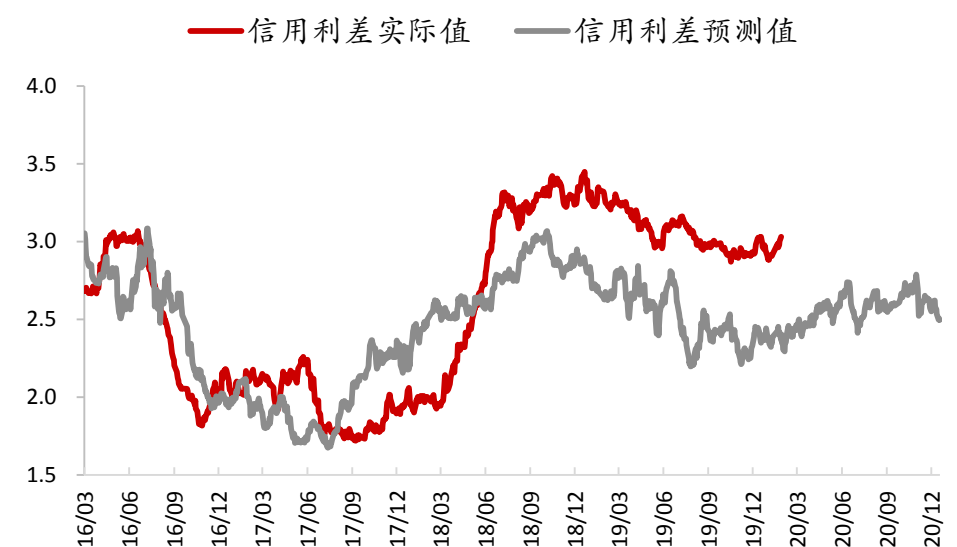
- 1、R_squared 作为衡量标准, 往前预测长度为 1 年时的准确度高于往前预测半年。
- 2、仅用利差曲线三因子和无风险利率已经可以获得较好的预测效果, 往前预测 1 年的样本外 R_squared 可达 58.16%。
- 3、以交易量衡量的债券流动性因子可以提高预测准确度。
- 4、股市动量效用可以有效提高预测准确度。
- 5、利率曲线的斜率和股市波动率无法在信用利差曲线三因子、无风险利率、流动性和股市动量之外为预测提供新的信息。

图表 9: 样本外预测 R-Squared

预测变量	m=252	m=126
$\beta + Y$	58.16%	13.72%
$\beta + Y + liq$	61.51%	8.72%
$\beta + Y + liq + mom$	74.02%	-313.63%
$\beta + Y + liq + mom + vol$	-118.59%	-806.77%
$\beta + Y + liq + mom + slope$	69.52%	-511.10%

资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 10: 信用利差样本外预测



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

基于我们对信用利差的预测结果来看, 2020 年信用利差整体呈现震荡走势, 趋势上在 2020 年上半年有所上升, 2020 年下半年则呈现宽幅震荡, 2020 年年末将有所下降。预测结果

显示，上一轮信用利差下行周期已经结束。

3.2、对行业信用利差的预测与行业轮动策略

在对信用债整体的信用利差进行预测之后，可对我们资产配置提出建议，信用利差预测值为大额负值时，可增加投资组合中信用债的配置比例，信用利差预测值大额为正时，减小信用债的配置比例。

但如果投资标的仅限于信用债时，对全市场信用利差择时的实际操作意义并不大，如果我们可以利用对信用利差的研究和预测在行业层面上进行选择，对专注于固收的投资者来说可能更加有意义。

根据申万一级行业分类我们选择发行主体超过 100 的行业作为信用利差预测的目标，得到 15 个行业，分别是公用事业、采掘、房地产、交通运输、非银金融、建筑装饰、商业贸易、钢铁、有色金属、化工、机械设备、建筑材料、汽车、医药生物，食品饮料。

按照我们预测全市场整体信用利差的思路，我们可以对每个行业的信用利差进行预测，再通过截面比较，获取将来一年预测结果信用利差减小得最多的行业。

在计算出每只信用债的信用利差之后，我们用 NS 模型对行业信用利差曲线进行拟合，获取信用利差三因子。与预测全市场信用利差不一样的是，在对行业信用利差曲线进行拟合的时候我们分为两步：（1）直接对原始数据进行拟合，获得残差序列。（2）剔除残差超过均值两倍标准差的样本，再重新进行 NS 模型的拟合。这样可以避免异常值对拟合的影响。

预测变量除了信用利差曲线三因子以外，我们还加入了 3 年期国开债到期收益率和对应的行业股票指数动量因子和流动性因子（交易量相对分位数）。股市动量效应对信用利差变化有预测作用的逻辑在于，股票价格反映的是预期，所以股票的表现一般会早于基本面，而债券市场往往是当基本面有了变化之后信用利差才会有所反应，同行业的股票行情走势在一定程度上可能会对将来债券信用利差的变动有预测作用。我们也尝试加入行业股票指数波动率、行业财务指标（杠杆率，净资产回报率、销售净利率等）进行预测，发现这些指标在样本内与信用利差存在一定的关系，但样本外预测额外增加了噪音，降低了样本外 R-Squared。

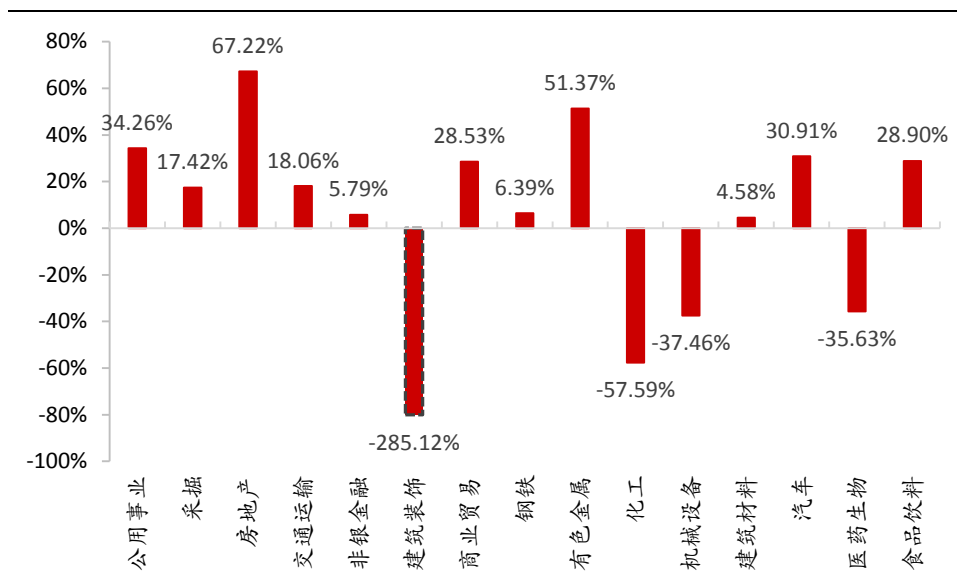
数据从 2011 年 1 月至 2020 年 2 月，样本内回归的窗口为扩大窗口（每一次回归用全部可得历史数据），第一个预测点的样本窗口长度为 5 年，不断往前做样本外预测。以行业信用利差中位数作为预测目标的结果显示，15 个目标行业中有 6 个行业的样本外 R-Squared 为负，即不具备样本外预测效果。我们考虑将预测目标改为行业信用利差的年度变化，考察是否能够改善这六个行业的预测情况。当我们的预测目标改为行业信用利差的变化时，相应地样本外 R-squared 计算方法需要作出调整：

$$OOS = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - y_t)^2}{\sum_{t=1}^T y_t^2}$$

实证结果显示，以信用利差年度年化作为预测目标，采掘业和食品饮料业的样本外

R_Squaredz 为正，基于对信用利差变化的预测结果再结合实际的信用利差值，我们可还原为对信用利差未来一年走势的预测。至此 11 个行业的样本外预测结果显著。

图表 11：不同行业样本外预测 R-Squared



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

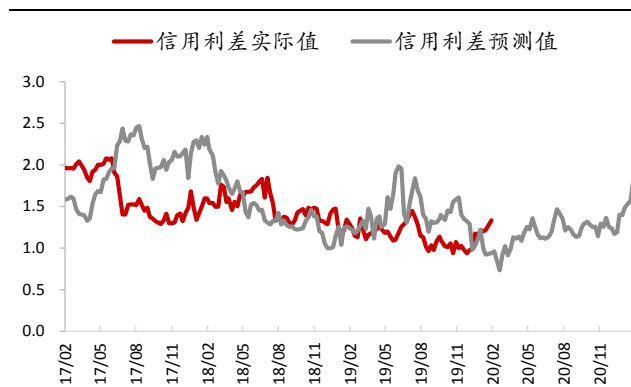
在这 15 个行业中，样本外预测效果最好的是房地产业，最差的是建筑装饰业。基于对行业信用利差的预测我们可以获得较好的行业选择效果，比如 2017 年采掘业和钢铁业信用利差和其他行业相比大幅下降，我们的预测结果准确地判断了这一行情。从基本面上来讲，采掘业和钢铁业在 2015 至 2016 年信用利差大幅上升，主要是受到供给侧改革的实施的影响。供给侧改革从 2015 年年底开始实施，上游产能过剩的行业为“去产能”的重中之重。此前由于多年累积的过剩产能导致上游煤炭、钢铁等价格不断下降，企业盈利情况差，信用风险较高，导致信用利差上升。后续随着供给侧改革的实施，上游产品价格不断回升，带动企业盈利好转，信用利差回落幅度较大。而根据对采掘行业的预测结果来看，从 2020 年至 2021 年年初，采掘行业的信用利差整体都呈现出上行的趋势。而钢铁行业的信用利差在 2020 年下半年开始可能会有所回落。

我们对商业贸易业的预测结果一般，主要的误差出现在 2018 年，当时中美贸易战开幕，经济下行压力加大，商业贸易业受到的影响首当其冲，行业景气度下降，信用利差上升。贸易战的开启属于“黑天鹅”事件，且整体影响较大，对行情的扰动很难提前进行预测。从 2019 年之后随着中美双方关系的缓和和多次谈判的开启，贸易战的影响开始逐渐削弱，商业贸易业的信用利差下降幅度大。从预测结果来看，商业贸易业的信用利差在 2020 年年末可能会有所提升。

对建筑装饰业的预测误差是最大的，主要是行业股票动量的影响。建筑装饰业门槛低，行业集中度较低，上市的建筑装饰业公司对整个行业的盈利情况代表性不强，无法对建筑装饰业的信用利差进行预测。这种差异体现在建筑装饰业的行业信用利差中位数与全市场产业债信用利差的走势大部分时候一致性较高，而建筑装饰业的股票指数和大盘的

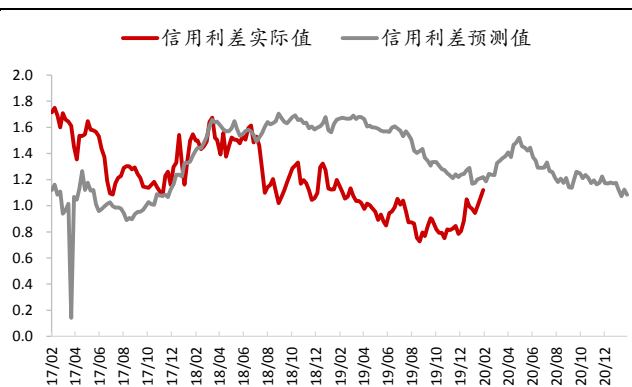
分化在 2016 年之后比较明显，2016 年至 2017 年建筑装饰业股票指数涨幅明显超过大盘，随之从 2017 年到 2018 年则大幅下跌。拿掉股市动量因子之后，对建筑装饰业的样本外预测 $R_Squared$ 上升至 66%。

图表 12：采掘业信用利差预测值与实际值



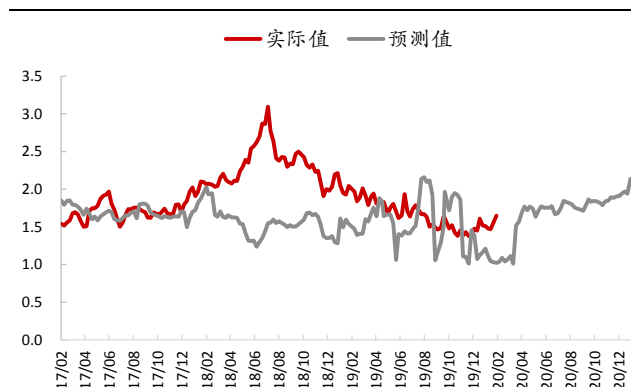
资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 13：钢铁业信用利差预测值与实际值



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 14：商业贸易业信用利差预测值与实际值



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 15：建筑装饰业信用利差预测值与实际值

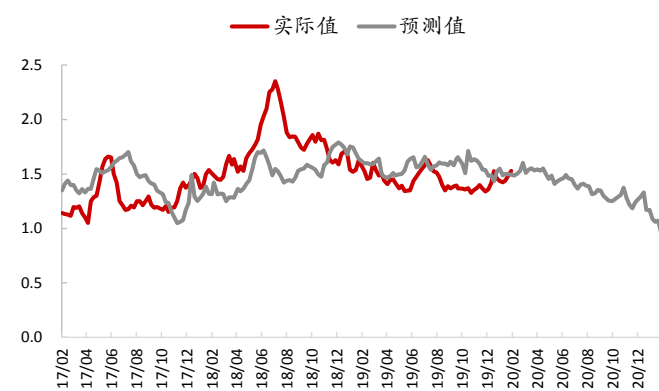


资料来源：Wind，东证衍生品研究院

除去 4 个样本外预测效果不好的行业，我们对剩下 11 个行业进行截面选择。将预测信用利差值与期初的实际信用利差值进行对比，得到信用利差的变化，计算在截面上行业利差变化与实际信用利差变化的秩相关系数可以比较直观地体现行业选择的效果，结果显示该秩相关系数达到 44.14%，行业选择效果显著。而“预测信用利差减小得最多的行业是实际上信用利差减小最少的 3 个行业之一”的概率高达 72%，如果我们只关心将来表现最好的某一个行业的话，利用这样的方式进行择行业的胜率是比较理想的。

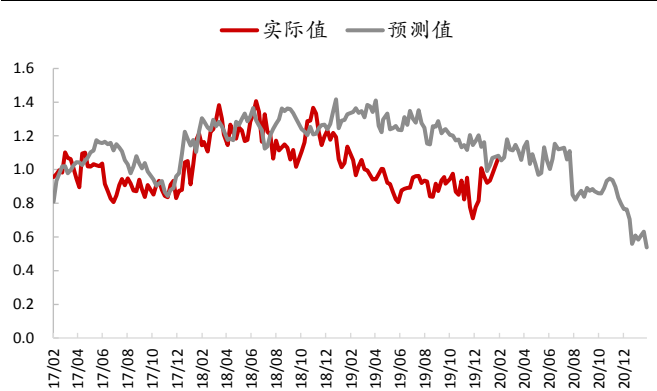
2020 年预测信用利差减少程度最大的行业是汽车和房地产。而 2020 年应该避免的行业是采掘，预测结果显示采掘业信用利差扩大幅度最高。

图表 16: 房地产业信用利差预测值与实际值



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

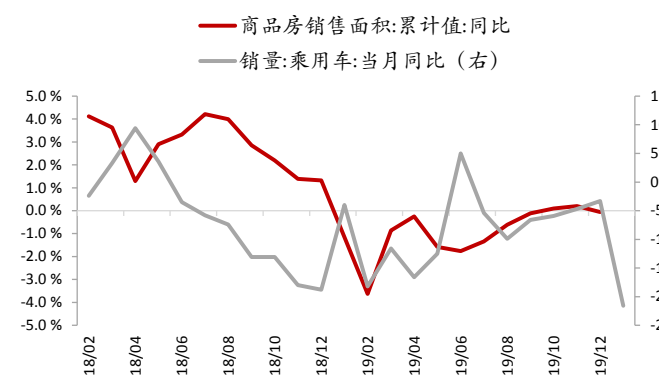
图表 17: 汽车业信用利差变化预测值与实际值



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

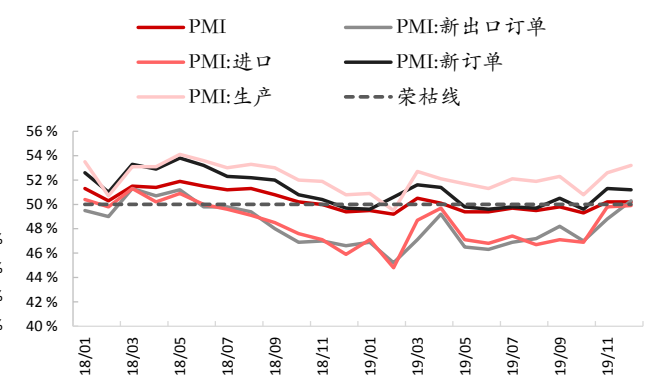
从基本面上看, 汽车和商品房销量在 2019 年下半年开始出现趋势性的好转, 乘用车销量同比增速虽然处于负区间, 但连续四个月上升。商品房销量也经历了连续 5 个月的增速回升, 且 10 月和 11 月增速已经回到正区间。但是受到新冠疫情的影响, 2020 年 1 月汽车消费剧烈下跌, 疫情对汽车行业 2020 年的整体的盈利情况的影响取决于疫情的发展, 存在不确定性。从 PMI 来看, 2019 年最后两个月 PMI 回到了荣枯线以上, 显示经济弱势复苏。但疫情对经济活动短期内产生了严重影响, 消费备受打击, 如果疫情能在较短时间内得到控制, 经济延续此前的复苏势头的话, 汽车和商品房消费在下半年应该会有好转, 我们对于汽车业和房地产业的判断正确的可能性较大, 而如果疫情对经济造成的影响逆转了复苏的苗头, 则可能出现预测偏差。

图表 18: 汽车和商品房消费



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

图表 19: 官方制造业 PMI



资料来源: Wind, 东证衍生品研究院

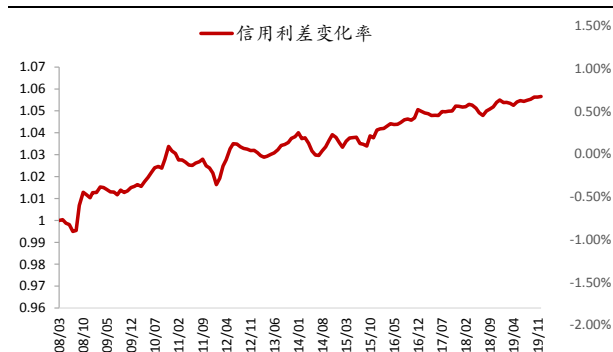
3.3 个券信用利差的应用和投资

在对全市场整体信用利差和分行业的信用利差变化进行预测之后, 在个券层面我们同样可以利用信用利差来进行债券的挑选。我们在报告《多因子选债与国债期货量化对冲》当中提出了利用多因子对信用债进行挑选构建可以超越市场基准的投资组合的方法。在报告中我们验证了五个因子的有效性, 除了这五个因子以外, 我们还找到了另一有效因

子——信用利差变化率因子 (Credit_Spread)，其表现非常优秀，从因子收益率净值曲线可以看出，自 2008 年以来，信用利差变化率因子的选债效果一直都非常显著，分组超额回报的单调性明显，更重要的是信用利差变化率因子与我们此前发现的 5 个因子的相关性非常低，说明该因子能够提供新的信息。

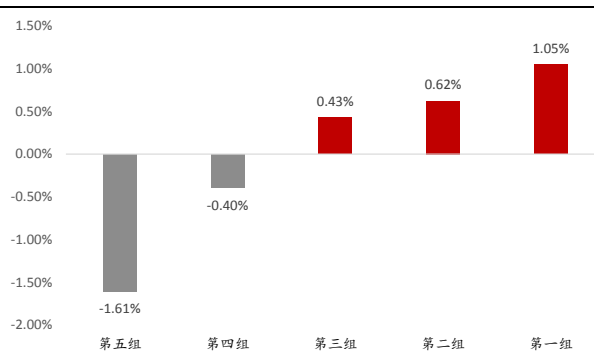
信用利差变化率因子的计算方法是，首先算出每一个券的信用利差，即自身 YTM 减去对应期限的国债 YTM，无风险利率按照中债收益率曲线编制使用的赫尔米特模型进行计算，可获得连续的收益率曲线。获得信用利差之后，计算每一个券信用利差的季度变化率。信用利差变化率因子的 Rank_IC 达到 5.69%，月度因子收益率均值 0.04%。

图表 20：因子收益率累积收益曲线-Credit_Spread



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

图表 21：Credit_Spread 分组超额收益



资料来源：Wind，东证衍生品研究院

信用利差变化率因子之所以有如此明显的选债效果主要原因有两点，第一，我们计算的是信用利差的变化率而不是变化值，对于收益率不同的信用债来说利差上升同样幅度的含义是不同的，比如一个信用利差为 5% 的债的利差增加 20BP 与一个信用利差 2% 的债利差增加 20BP 暗示的信用风险变化程度是不一样的。第二，信用利差因子的有效性体现在我们选择前一个季度信用利差扩大的债在将来能够获得超额回报。这是因为中国信用债市场的羊群效应非常严重，加上一些机构（如银行等）的风控非常严格，在出现了一些信用风险的苗头之后则会大举抛售，相关行业或者相关产业链上的其他债也会同时受到影响。这带来的结果就是有一部分债的价格是被短期低估的，我们在这个时候去买入这些债券就能够在将来获得超额回报。

图表 22：六个因子的 IC 相关系数

	Size	Asset_Grw	ROE	YTM	Momentum_1mlag	Credit_Spread
Size	100.00%					
Asset_Grw	44.39%	100.00%				
ROE	28.81%	62.50%	100.00%			
YTM	48.14%	76.93%	84.92%	100.00%		
Momentum_1mlag	12.04%	16.12%	18.32%	24.92%	100.00%	
Credit_Spread	10.62%	-0.98%	7.92%	18.64%	14.67%	100.00%

资料来源：Wind，东证衍生品研究院

4、违约风险定量模型

本章我们对经典的信用违约风险定量模型进行介绍，分别是结构化模型和简约模型。将来我们会基于复杂模型对信用利差进行更加深入的研究，在此做个背景铺垫。

4.1. 结构化模型 (Structure Model)

Merton 模型

Merton 的模型假设简单的公司负债结构，即一个公司的负债是一只面值为 K ，在 T 时刻到期的债券。在到期时，如果资产的总价值超过负债，则偿付债券并将剩下部分分给股权持有者，反之则发生违约。发生违约之后债权人获得公司的所有清算价值（没有破产成本）。假设一个公司的总资产 A_t 服从真实测度下的几何布朗运动：

$$dA_t = \mu A_t dt + \sigma A_t dW_t, \quad A_0 > 0$$

μ 为资产平均回报， σ 是资产波动率。根据假设可知，股权持有人在债券到期时能够获得的现金流为：

$$(A_T - K)^+$$

所以权益可以看做标的为公司资产的欧式看涨期权，从而可以利用期权定价理论对其进行定价， t 时刻权益的期望为：

$$E_t = A_t N[d_1] - e^{-r(T-t)} K N[d_2]$$

$$d_1 = \frac{(\log(A_t / K) + (r + \sigma^2 / 2)(T - t))}{(\sigma \sqrt{T - t})}, \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T - t}$$

t 时刻度量债券到期时发生违约的概率为：

$$P_t[\tau = T] = P_t[A_T \leq K] = N\left[-\frac{(\log(A_t / K) + (\mu - \sigma^2 / 2)(T - t))}{(\sigma \sqrt{T - t})}\right]$$

可得到信用利差为：

$$CS_t = \frac{1}{T-t} \log \frac{K e^{-r(T-t)}}{D_t} = -\frac{1}{T-t} \log(e^{r(T-t)} \frac{A_t}{K} (1 - N[d_1]) + N[d_2])$$

Merton 模型的缺陷在于很多假设条件不符合实际情况，比如违约只发生在到期时、公司结构和利率不变等。后续很多学者在 Merton 模型的基础上进行了完善了衍生，主要是为了让模型假设更加符合实际，且同时求得数值解的过程不至于过于复杂。

Kmv 模型

KMV 模型是美国旧金山市 KMV 公司于 1997 年建立的用来估计企业违约概率的方法。以违约距离 DD 表示企业资产市场价值期望值 A 离违约点 DP 的远近, DD 越大表示企业发生违约的可能性越小, 反之越大。该模型特别适用于上市公司的信用风险评估, 可以充分利用资本市场上的信息, 对所有公开上市企业进行信用风险的量化和分析。由于该模型的数据获取容易, 在国外上市公司信用风险评估中获得广泛利用, 并且取得良好的效果。

假设企业的资产价值服从几何布朗运动:

$$dA_t = \mu A_t dt + \sigma A_t dW_t$$

权益价值可表示为:

$$E_t = A_t N[d_1] - e^{-r(T-t)} DN[d_2]$$

其中 $d_1 = \frac{(\log(A_t/D) + (r + \sigma^2/2)(T-t))}{(\sigma\sqrt{T-t})}$, $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$, D 为负债账面价值

假设公司资产市场价值服从正态分布, 违约距离 DD (Distance to Default) 可以表示为:

$$DD = \frac{A_t - DP}{A_t \sigma}$$

DP(Default Point)为违约点, 处于公司的流动负债与总负债之间的某一点, 违约距离 DD

以资产市场价值标准差的倍数表示, 根据违约距离 DD 的定义, 公司资产市场价值低于

违约点的概率, 即理论上发生违约的概率为:

$$EDF = N(-DD)$$

Black-Cox 模型

Black-Cox 模型 (1976) 也即首次到达时间模型, 在 Merton 模型的基础上改变了违约只能发生在到期时的假设, 而假设违约发生在公司资产低于某一个值 K 时, K 为时间 t 的函数。违约时间表示为:

$$\tau = \inf \{t > 0: A_t < K(t)\}$$

一种 $K(t)$ 形式可表示为: $K(t) = K_0 e^{-\gamma t}$

在 Black-Cox 模型中，权益持有人的回报相当于一个向下敲出看涨期权，所以可以用期权定价公式进行定价。可得出在到期前违约的风险中性概率为：

$$Q[0 \leq \tau < t] = N[d_1] + e^{2(r - \frac{\sigma^2}{2} - \gamma) \ln(\frac{K_0}{A_t}) \frac{1}{\sigma^2}} N[d_2]$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{K_0}{A_t}) - (r - \frac{\sigma^2}{2} - \gamma)t}{\sigma\sqrt{t}}, \quad d_2 = \frac{\ln(\frac{K_0}{A_t}) + (r - \frac{\sigma^2}{2} - \gamma)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

状态依赖模型 (State Dependent Model)

还有一个对于结构化模型进行扩展的方向是状态依赖模型，即引入一些状态依赖的模型参数。比如说经济周期的状态、公司的外部评级、现金流、破产成本、融资成本等都可以纳入考虑。状态依赖模型假设一些外生变量的变化会引起违约的发生。

Hackbarth, Miao and Morellec (2004) 的研究中假设现金流和回收率依赖于经济周期的状态。

现金流 x_t 服从几何布朗运动，由一个经济周期比例因子放大缩小， $y_H x_t$ 在经济扩张区间

现金流更高、衰退区间更低 $y_L x_t$ 。破产成本表示为公司资产的比例 $(1 - \alpha)$ ，同样是状态

依赖变量， α 在经济扩张区间高于衰退区间， $\alpha_H > \alpha_L$ 。在任一时间，经济在扩张和衰退之间的切换的概率具有外生性。违约的阈值具有内生性，与权益所有者使权益最大化的行为来决定。

4.2 简约模型 (Reduced-form Model)

对于一个在 T 时刻到期的信用债来说，违约事件可以发生在任何时间，可以在到期前也可以在到期之后，即违约时间 τ 可以大于 T 也可以小于 T 。简约模型把债券违约时间看做一个外生变量，在实务操作中是比较受欢迎的一种模型。在简约模型中假设信用利差完全是由于违约风险造成的。

在对违约回收率 Z_τ 和无风险利率 r 的不同假设下，我们可以得到不同的信用风险简约模型。可以从简单假设回收率为零，无风险利率为常数到复杂假设回收率、利率和违约强度都服从一定随机过程。

回收率为零且无风险利率为常数

在这样的假设下 0 时刻的零息国债价格为：

$$P_{0,T} = e^{-rT}$$

根据资产定价第一定理我们知道，在无套利市场中，折现价格在风险中性测度 \mathbb{Q} 下为鞅。

0 时刻的价格等于收益贴现的风险中性期望。所以，对于一个可为违约债券来说，如果违约发生在到期之后，那么收益为面值 1，如果违约发生在到期前则收益为 0，表示为：

$$I_{\tau > T} = \begin{cases} 1 & \text{if } \tau > T \\ 0 & \text{if } \tau \leq T \end{cases}$$

$Q_T = \mathbb{P}(\tau < T)$ 为违约发生在到期时间 T 之前的风险中性概率，所以我们可以得到：

$$P_{0,T}^d = (1 - Q_T)e^{-rT} \cdot 1 + Q_T \cdot 0 = (1 - Q_T)e^{-rT}$$

所以：

$$Q_T = 1 - \frac{P_{0,T}^d}{P_{0,T}}$$

把价格转化为折现形式之后我们可以得到：

$$Q_T = 1 - e^{-CS_{0,T}T}$$

其中 $CS_{0,T}$ 为信用利差。

回收率与无风险利率都为时间的确定型函数：

$$P_{0,T}^d = E_Q(e^{-\int_0^T r(u)du} I_{\tau > T} + e^{-\int_0^T r(u)du} Z_\tau I_{\tau \leq T})$$

其中 Z_τ 为违约回收率， $Z = Z(t)$ ； $r(t)$ 为无风险利率。

这里我们引入一个概念，违约强度 (Default Intensity) 也叫做风险率 (Hazard Rate) (由于风险率的说法在中文翻译里比较容易和其他名词混淆，我们统一采取违约强度的说法)。

违约强度 $\gamma = \gamma(t)$ 的定义为：

$$\gamma(t)dt = \mathbb{P}(t < \tau \leq t + dt | \tau > t)$$

即在 t 时刻之前没有发生违约，违约发生在 $(t, t + dt]$ 时的概率。

可证明违约强度和违约时间的累积分布之间关系为 $\mathbb{P}(\tau > t) = e^{-\int_0^t \gamma(u)du}$ 从而可得：

$$P_{0,T}^d = e^{-\int_0^T (r(u) + \gamma(u))du} + \int_0^T \gamma(s) Z_s e^{-\int_0^s (r(u) + \gamma(u))du} ds$$

回收率、无风险利率和违约强度服从随机过程：

回收率和无风险利率 $Z(t)$ 和 $r(t)$ 服从随机过程，对应域流 \mathcal{F}_t 。违约时间 τ 同样服从随机

过程，对应域流 \mathcal{H}_t 。一个扩大的 σ -代数 $\mathcal{G} = \sigma(\mathcal{F}_t \cup \mathcal{H}_t)$ 。

一个可违约债券在 t 时刻的价格等于：

$$P_{0,T}^d = I_{\tau > T} \left\{ E_Q(e^{-\int_t^T (r(u) + \gamma(u))du} | \mathcal{F}_t) + E_Q\left(\int_t^T \gamma_s Z_s e^{-\int_t^s (r(u) + \gamma(u))du} ds | \mathcal{F}_t\right) \right\}$$

详细证明过程可参考 Bielecki and Rutkowski (2002) 书中的内容。

5、总结

本文主要着力于信用利差的预测和投资，从全市场、行业 and 个券层面对信用利差进行了研究。由于信用利差存在与国债收益率曲线类似的期限结果，通过 NS 模型构建信用利差曲线，我们可以有效预测全市场整体信用利差的年度变化。根据预测结果可以调整信用债在资产配置中的比例。结合信用利差曲线、无风险利率和对应行业股票的动量我们可以对行业信用利差的变化进行预测，基于预测的结果可以选出预计将来信用利差下降幅度最大的行业。个券投资层面，我们可以通过构建信用利差变化率因子进行选债，研究表明信用利差变化率因子长久以来的选债效果非常显著，且与一些常见的选债因子相关性较低。

6、风险提示

量化模型基于历史数据分析得到，未来存在失效的风险，建议投资者紧密跟踪模型表现。

参考文献

- [1] Amato, J. D. , & Remolona, E. M. . (2012). The credit spread puzzle. Social Science Electronic Publishing, 5(December), 1073 – 1089.
- [2] Bao, J., J. Pan, and J. Wang. 2011. The Illiquidity of Corporate Bonds. Journal of Finance 66:911 – 46
- [3] Bielecki, T., Rutkowski, M. 2002. Credit Risk: Modeling, Valuation & Hedging, Springer Finance
- [4] Black, Fischer, and John C. Cox, 1976, Valuing corporate securities: some effects of bond indentures provisions, Journal of Finance 31, 351 – 367
- [5] Bryis, Eric, and Francois de Varenne, 1997, Valuing risky fixed rate debt: An extension, Journal of Financial and Quantitative Analysis 32, 239 – 248.
- [6] Collin-Dufresne, Pierre, J. S. Martin, and R. S. Goldstein . "The Determinants of Credit Spread Changes." Social Science Electronic Publishing.
- [7] Collin-Dufresne, Pierre, and Robert S. Goldstein, 2001, Do credit spreads reflect stationary leverage ratios?, Journal of Finance 54, forthcoming.
- [8] Duffee, Gregory R., 1998, The relation between treasury yields and corporate bond yield spreads, Journal of Finance 53, 2225 – 2241
- [9] Hackbarth, D. , Miao, J. , & Morellec, E. . (2006). Capital structure, credit risk, and macroeconomic conditions. Journal of Financial Economics, 82(3), 519-550.
- [10] Houweling, P., Mentink, A., & Vorst, T. (2003). How to measure corporate bond liquidity?. Tinbergen Institute Discussion Papers
- [11] Longstaff, Francis A., and Eduardo Schwartz, 1995, A simple approach to valuing risky fixed and floating rate debt, Journal of Finance 50, 789 – 821.
- [12] Merton, Robert C., 1974, On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates, Journal of Finance 29, 449 – 470
- [13] Pedrosa, Monica, and Richard Roll, 1998, Systematic risk in corporate bond credit spreads, The Journal of Fixed Income 8, 7 – 26.

期货走势评级体系（以收盘价的变动幅度为判断标准）

走势评级	短期（1-3 个月）	中期（3-6 个月）	长期（6-12 个月）
强烈认购	上涨 15%以上	上涨 15%以上	上涨 15%以上
认购	上涨 5-15%	上涨 5-15%	上涨 5-15%
震荡	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%	振幅-5%-+5%
认沽	下跌 5-15%	下跌 5-15%	下跌 5-15%
强烈认沽	下跌 15%以上	下跌 15%以上	下跌 15%以上

上海东证期货有限公司

上海东证期货有限公司成立于 2008 年，是一家经中国证券监督管理委员会批准的经营期货业务的综合性公司。东证期货是东方证券股份有限公司全资子公司，注册资本金 23 亿元人民币，员工近 600 人。公司主要从事商品期货经纪、金融期货经纪、期货投资咨询、资产管理、基金销售等业务，拥有上海期货交易所、大连商品交易所、郑州商品交易所和上海国际能源交易中心会员资格，是中国金融期货交易所全面结算会员。公司拥有东证润和资本管理有限公司，上海东祺投资管理有限公司和东证期货国际（新加坡）私人有限公司三家全资子公司。

东证期货以上海为总部所在地，在大连、长沙、北京、上海、郑州、太原、常州、广州、青岛、宁波、深圳、杭州、西安、厦门、成都、东营、天津、哈尔滨、南宁、重庆、苏州、南通、泉州、汕头、沈阳、无锡、济南等地共设有 33 家营业部，并在北京、上海、广州、深圳多个经济发达地区拥有 134 个证券 IB 分支网点，未来东证期货将形成立足上海、辐射全国的经营网络。

自 2008 年成立以来，东证期货秉承稳健经营、创新发展的宗旨，坚持市场化、国际化、集团化的发展道路，打造以衍生品风险管理为核心，具有研究和技术两大核心竞争力，为客户提供综合财富管理平台的一流衍生品服务商。

分析师承诺

李晓辉 朱莹

本人具有中国期货业协会授予的期货执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

本报告由上海东证期货有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买投资标的的邀请或向人作出邀请。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东证衍生品研究院，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

东证衍生品研究院

地址：上海市中山南路318号东方国际金融广场2号楼22楼

联系人：梁爽

电话：8621-63325888-1592

传真：8621-33315862

网址：www.orientfutures.com

Email：research@orientfutures.com